

基準範囲学習支援システム Learning Support System on Reference Intervals

西田 敏信

Toshinobu Nishida

徳島大学医学部 保健学科

School of Health Sciences, The University of Tokushima

概要：臨床検査は健康の指標として広く利用されている。しかし、その成績の判定方法には豊富な専門的な知識が要求される。今回、将来医療人を目指す学生教育用教材の作成を試みた。

著者が中心に進めているプロジェクト“臨床検査値の加齢変化”で得られた多くの資料を用い、オーサリングソフト（Director）を用い、双方向のインタラクティブ性を有するマルチメディア教材を作成した。Hybrid版CD-ROMによる配布のみならず、Webを介するShockwaveムービーの利用およびムービー利用に関する情報提供の場として専用ホームページを開設した。

I. はじめに

日本臨床化学会四国支部を基盤とするプロジェクト“臨床検査値の加齢変化”の目的の一つは、臨床検査値の加齢変化に関する情報を多くの人に普及させることにある。このため、本プロジェクトの概略を紹介したホームページを開設し、その中で基準範囲計算方法およびこれらの方法で得られた成績を紹介している。また、膨大な資料をハイブリッド版CD-ROMに収載し、多数の人に提供してきた¹⁾。

現在の大学教育において、社会は学力・知力を備えた人の供給を期待している。これに反し、大学生の基礎学力や自主性の低下が大きな問題点となっている。このような観点から、高等教育機関における教官の教育方法の早急な改革が必要とされている。その一つが、マルチメディアを用いた学習環境の整備ならびに教育方法の習得である。同時に、学習意欲をかき立てる魅力ある教材の確保が最優先課題となっている。

本研究は、上記プロジェクトで得られた多くの研究成果を単に開示するだけでなく、学生の自主性を支援するための学習システム作成を計画した。今回、インフォメーションテクノロジー（IT）を用いた学生教育に有用な、双方向性のインタラクティブ性を有する教材の作成ならびにこれらを紹介するためのホームページについて報告する。

II 機器と方法

1. 基準範囲計算プログラム開発、学習支援システム作成などに用いたパソコン環境

- 1) Macintosh環境 本体：Power PC G4（AGPグラフィックス）／400MHz、MacOS9.0.2
メモリー容量832MB、HDD10、46GB、DVD-ROM、640MBMO

周辺機器：モニター（19、22、22インチ）、CD-R、プリンター、スキャナーなど

拡張ボード：ビデオカード（ATI NEXUS 128など）、SCSIカード（PowerDomain 29160N）

主なアプリケーション：VIP Basic（Mainstay）、Excel（Microsoft）、CA Cricket Graph（Computer Associates）、PageMaker（Adobe）、PageMill（Adobe）、Director（Macromedia）、Mac CD-R（Aplix）など

- 2）Windows環境 本体：EPSON HF78／Pentium III 800MHz／CD-ROM、Windows 2000 Pro
メモリー容量512MB、HDD40、40GB、DVD-ROM

周辺機器：モニター（17、17インチ）、拡張ボード：Millenium G400

主なアプリケーション：Visual Basic（Microsoft）、Director（Macromedia）など

- 3）ネットワーク環境 PC Mac LAN（dit）、Switching Hub（100M）

2. 基準範囲の計算方法

1）臨床検査データの収集

プロジェクト“臨床検査値の加齢変化”を実行するため、病院や健診センターに保存されている臨床検査データを全国から収集した。この時、臨床検査データ利用に関する依頼書を施設長宛に郵送した。協力が得られた25施設から、計37種類の臨床検査データ、総標本数約60万件を得た。

2）データ整理

上記各施設からフロッピーディスク（FD）や光磁気ディスク（MO）で郵送された臨床検査データを著者のパソコンに読み込み、表計算ソフト（Excel）で保存し、データベース化した。

下記の基準範囲計算アプリケーション実行を簡便化するため、臨床検査データを基準化した。即ち、検査項目（縦列）の並べ替え、小数点の移動を含む桁数の変更（10、100倍による整数化、1/10、1/100による桁数の縮小）および基準範囲計算に不適切な（異常値を多く含むと判定された人の）データ削除後、Comma Separated Value（CSV）形式で保存した。

3）基準範囲計算実行

基準範囲の計算は、臼井の反復切断補正法²⁾を応用した西田独自の方法を用い、VIP-BASICによる自作プログラム³⁾で実行した。基準範囲計算の諸条件はプログラム中で規定しているが、度数分布図作成の範囲および選択する分布型に関する条件は表計算ソフトのワークシート入力で設定変更可能とした。

3. 基準範囲の年齢別グラフ（加齢変化図）の作成

1）絶対値表記法による加齢変化図の作成

表計算ソフトで基準範囲の計算結果（性、年齢、項目別の平均値および上、下限値）を呼び出した。0～100歳まで、男女それぞれの基準範囲（平均値および上、下限値）を、グラフ作成ソフト（CA Cricket Graph）のデータシートにコピー、ペストした。臨床検査32項目、男女それぞれの加齢変化図を作成した。横軸は年齢0～100歳、縦軸は基準範囲とした。他

施設と比較する場合、加齢変化図を同一グラフ上に重複表示した。

2) 成人女性値を基準にした相対値表記法による加齢変化図の作成

成人女性20～40歳の基準範囲（上、下限値よりも信頼性の高い平均値）を成人女性値とし、この成人女性値と各年齢の基準範囲（平均値）との比を求め、臨床検査値を相対値で表現し、その加齢変化をグラフ化した。同様に、上、下限値についても相対値を求め、絶対値表記法と同様、相対値表記法による臨床検査値の加齢変化図を作成した。

3) スプライン関数による加齢変化図の平滑化

相対値表記法による加齢変化図をスプライン関数で平滑化した⁵⁾。即ち、0～100歳までの16歳の年齢（0、2、4、6、10、15、20、26、30、40、50、60、70、80、90、100）の基準範囲（相対値で表現した平均値）を指定し、連続する4歳の年齢の値を通る13歳の3次曲線を求め、これらを繋ぎ合わせ、0～100歳までのスプライン関数とした。相対値表記法による加齢変化図に近似する滑らかな曲線が得られるまで試行錯誤を繰り返した。これを臨床検査32項目、男女ならびに上、下限値についても実行した。この3次スプライン関数で表現した滑らかな曲線による臨床検査値の加齢変化図を鋳型（Template）と称した⁶⁾。

4) 加齢変化図のデジタル化

臨床検査値の加齢変化図をグラフ作成ソフトで、32項目、男女それぞれについて作成し、保存時PICT形式を指定した。この時、絶対値表記、相対値表記、鋳型（Template）、絶対値表記と鋳型（Template）の併記、相対値表記と鋳型（Template）を併記したグラフ（32項目、男女別、上記5種、大小2種）640個を作成した。

4. Directorによるムービーの作成

1) Directorによるムービーの作成方法

PICT形式で保存した加齢変化図のグラフデータを、ビットマップデータとして取込み、各種デジタルコンテンツの格納場所であるキャストに保存した。同様に、テキスト（文字データ）、フィールド（Directorが制御する標準テキスト、メニュー表示に使用）、シェイプ、ボタン（共にLingoを付与しインタラクティブ性を実行する）、ビットマップ（様々なソースから取込み、ピクセルを組合わせて表した絵や文字）データなどのデジタルコンテンツを作成しキャストに保存した。

スコアは横軸に時間、縦軸にステージ上に表示するコンテンツの重なりを指定する一覧表で、透明、半透明、不透明の用紙を数十枚重ね合わせたものが、映画フィルムの一コマに相当する。キャストをスコア上に置き、ステージ上に映し出された映像を確認しながら、その最終的な配置（位置、大きさ）を決定した。また、スコアに配置した各種コンテンツはステージ上で、種々の効果を伴ってモニター上に表示可能であり、各要素一つ一つの表現方法を個別に設定した。各種デジタルコンテンツを効果的に配置し、連続的に表示可能とした作品を、Directorではムービーと称している。

Lingo（Directorのスクリプト言語、プログラムの一種）を使用し、テンキーによる数値の入力、マウス操作（クリック、ドラッグ、プルダウンメニュー、ポップアップメニュー）など高度な双方向性インタラクティブ性を付与した。

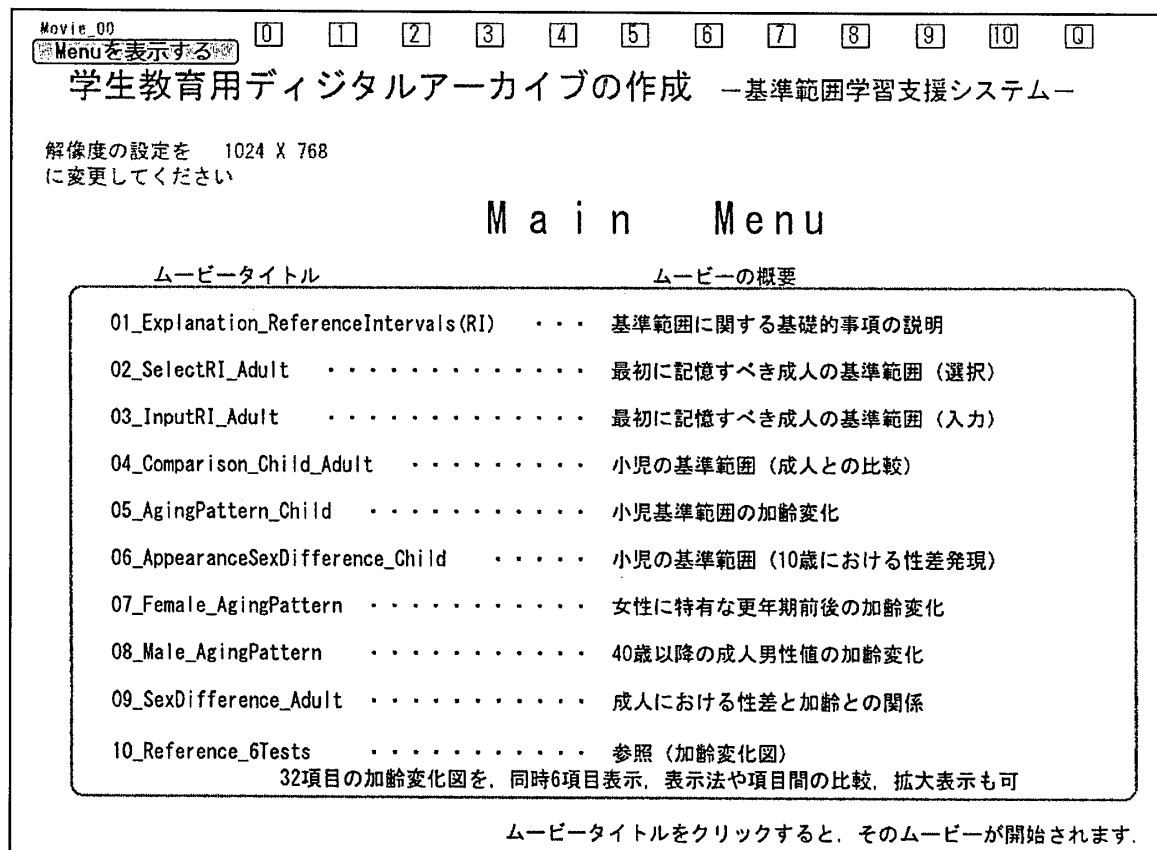


図1 メインムービーのメニュー画面

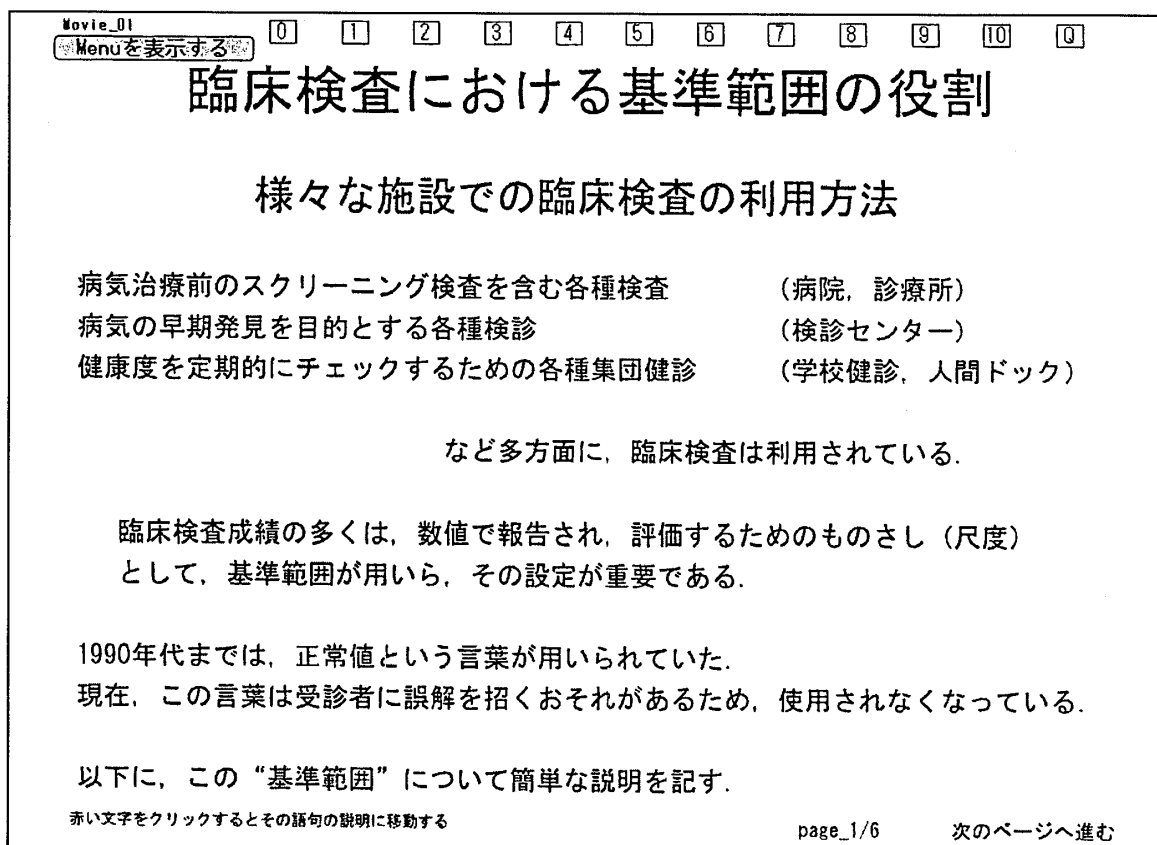


図2 基準範囲に関する基本的事項の学習

Movie_03

Menuを表示する

012345678910

臨床検査値の加齢変化図

成人（20～40歳）の基準範囲について、それらの下限値および上限値を入力しなさい。
また、適切な単位をポップアップメニューから選択しなさい。

血液学検査（1/5）

		基準範囲 (下限値 ～ 上限値)		単位
ヘモグロビン濃度 (Hb)	女性	11	15	単位
	男性	13	18	
ヘマトクリット値 (Ht)	女性			単位
	男性			
赤血球数 (RBC)	女性			単位
	男性			
白血球数 (WBC)	男女共用			単位
血小板数 (PLT)	男女共用			単位
平均赤血球容積 (MCV)	男女共用			単位

回答終了する場合、
ここをクリックする

図3 成人基準範囲の学習

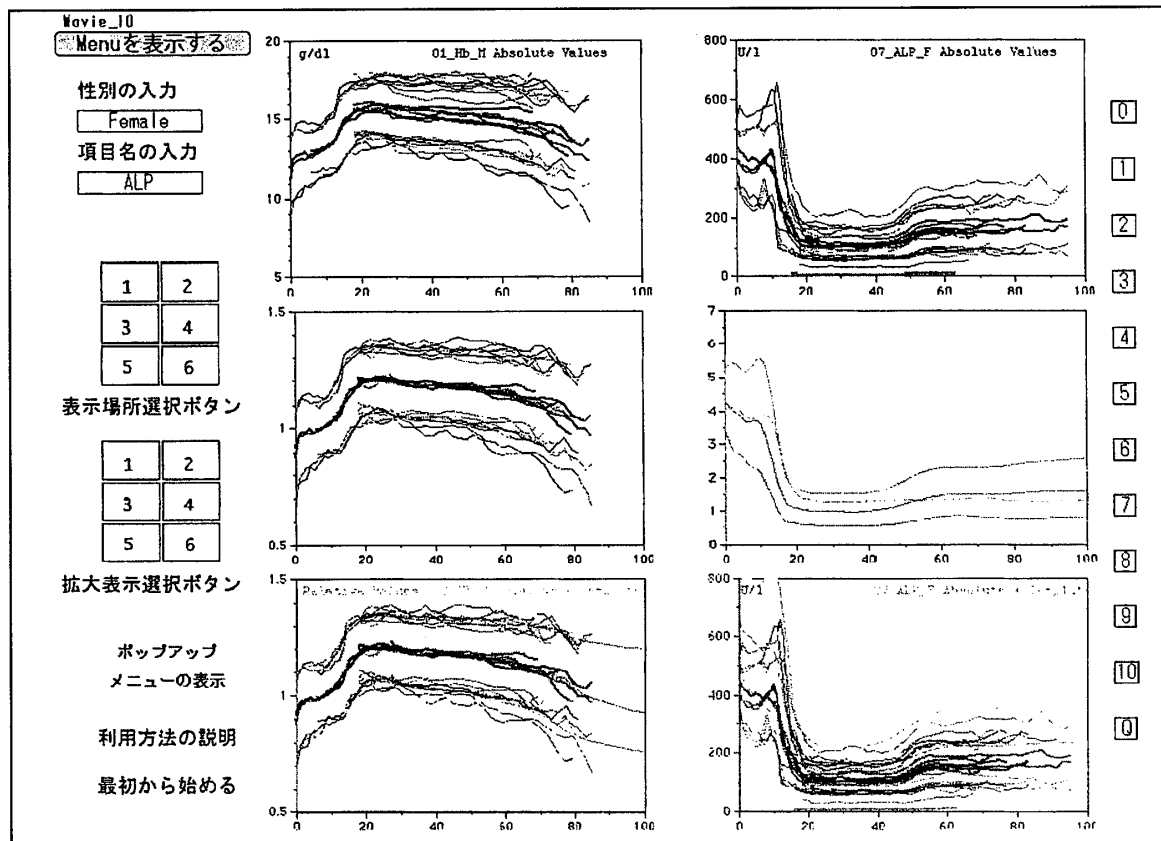


図4 加齢変化図の参照

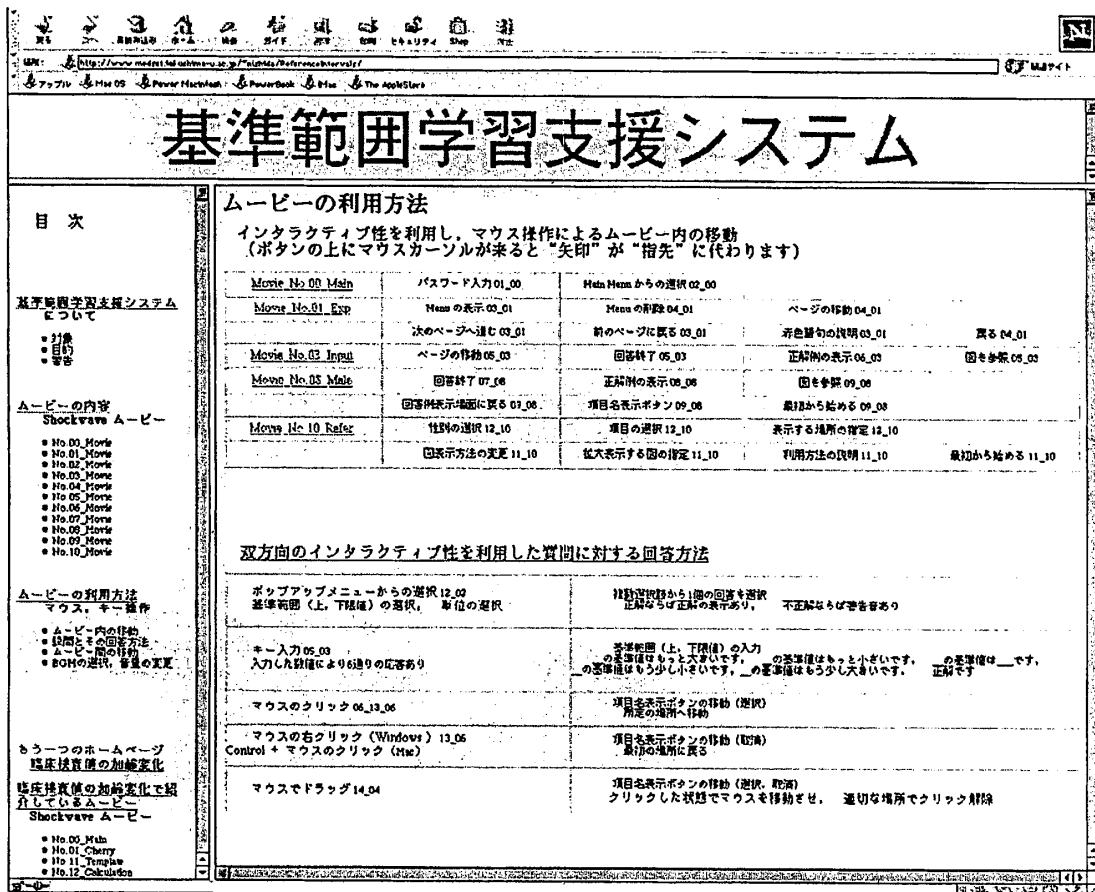


図5 基準範囲学習支援システムのホームページ

選択可能な場所	表示される画面	赤色で示した場所をクリックすると
PopUpMenu から 基準範囲の選択		「質問」をクリックするとその下に PopUpMenu が表示される。 「PopUpMenu」には複数の選択肢があり、設問にある項目の基準範囲として適切なものを1個選択する。 正解ならば、正解ですのアラートボックスが表示される。不正解ならば、警告音が出る。
フィールドへの入力 基準範囲の入力		画面上にマウスカーソルがフォーカスされた空欄がある。 そこに基準範囲として適当と考えられる数字（男性の場合は18）を入力する。 男性 H8 の基準範囲上限度は、入力した数値（18）よりも少し小さいですのアラートボックスが表示される。 再度、適当と考えられる数字を入力する。
マウスによるドラッグ		画面下部に配置した項目名表示ボタンを、マウスで適当と考えられる場所へ移動（ドラッグ）させる。
マウスのクリック マウスの右クリック		画面下部に配置した項目名表示ボタンをクリックし、設問に該当する項目を選択する。 マウスのクリックで選択。 マウスの右クリックで取消。

画面表示例をクリックすると拡大表示できます。

図6 設問に対する回答方法

選択可能な場所	表示される画面	青色で示した場所をクリックすると
MainMenu_からの選択		画面中央部に表示された「Main Menu」から学習したいムービーを選択（青色で示した場所をクリック）する。 最初は、ムービー-No_00_01_02 を学習し、その後ムービー-No_03 以降の学習を推奨する。 加齢変化図を参照したい場合、ムービー-No_10 を選択する。
メニューバーからの選択 ムービー間の移動		「Menu」の表示をクリックし、ムービーの上部にメニュータイトルが表示される。 左から2つ目の「基準範囲の学習」をクリックし、ムービー-No_00_01_02 のいずれかを選択する。
メニューバーからの選択 終了		「Menu」の表示をクリックし、ムービーの上部にメニュータイトルが表示される。 右側の「終了」をクリックし、「Quit」を選択する。
画面上部番号からの選択 PopUpMenu からの選択 ムービー間の移動 終了		画面上部に表示した1~10の番号をクリックするとそのムービーへ直接ジャンプできる。 画面の適当な場所をクリックし、PopUpMenu を表示する。 Windows では、右クリック Macintosh では、Control + クリック 「Movie_No」欄をクリックする。 最下部にある「Quit」の選択でムービーは終了する。

図7 ムービー間の移動

2) Directorによるプロジェクト（スタンドアローンアプリケーション）の作成

Macintosh およびMacintosh版Directorでムービーを作成後、データ容量35MBのプロジェクトを作成した。即ち、Directorをインストールしていないパソコン（Macintosh）で利用可能な、インタラクティブ性を有するスタンドアローンアプリケーション、“学生教育支援システム”を作成した。

次に、Macintosh環境下で作成したムービーを、PC Mac LANおよびSwitching Hubを介して、Windows環境（Windows 2000で動作するパソコンおよびWindows版Director）に取り込み、Windows用のプロジェクトを作成した。このWindows用プロジェクトを、再度Macintosh環境下のハードディスク上に転送した。Windows版プロジェクトとMacintosh版プロジェクトの両者を、外付けの周辺機器（CD-R）を用い、Hybride版CD-ROMを作成した。

3) “基準範囲学習支援システム” 専用ホームページ

上記Directorで作成し、Hybride版CD-ROMとして配布する場合、その使用方法について詳細な説明書が必要である。CD-ROMに添付する説明書は、アプリケーションの起動に最小限必要な事柄にとどめ、その後の詳細な説明は、PageMillを用いて作成したホームページ（<http://www.medsci.tokushima-u.ac.jp/~nishida/ReferenceIntervals/>）を活用することにした。

4) DirectorによるShockwaveムービーの作成

上記Directorで作成したムービーを、Web上で閲覧できるようにするため、まずShockwaveムービーに変換した。次に、これら10個のShockwaveムービーを上記ホームページからダウンロードし、Webブラウザで基準範囲の学習を体験できるようにした。

Ⅲ. 結果

1. Directorで作成したムービー

1) メインムービーによるメニュー表示画面

今回作成した“基準範囲学習支援システム”を起動後に表示されるメインムービーのメニューを図1に示した。10個の独立したムービーそれぞれの概要があり、学習したいムービーを選択する。

学生教育用として、最初の3個のムービーを準備した。小児の基準範囲および成人以降の加齢変化に関する計6個のムービーは、さらに高度の知識習得を目的とする学習用とした。最後に、臨床検査値の加齢変化図の参照を主目的とするムービーを配置した。

2) 基準範囲に関する基本的事項の学習

基準範囲に関する基本的事項の学習用に準備したムービーの最初場面を図2に示した。6ページと語句の説明から成り、ボタンのクリックによるページ間の移動および赤色で示す語句の説明場面への移動や直前の場面への復帰を可能にした。

学生は一度で理解できない場合、他人に煩わされることなく、自己に適した速度で、十分納得できるまで、何度でも繰り返し学習できる様に、種々のインタラクティブ性を付与した。

3) 成人基準範囲の学習 (その1、選択)

2番目のムービーでは、成人(20~40歳)の基準範囲に関する質問を準備した。まず、質問1とある場所をクリックすると、ポップアップメニューが下に展開し、複数選択肢の中から正解と思うものを1個選択する。正解を選択した場合、“正解です”の表示が有り、次の質問に移る。不正解ならばそれを示す効果音が鳴り、再度ポップアップメニューからの選択を促す。全40問を準備し、成績表示ボタンを押すと、正解数が表示される様に設定した。

4) 成人基準範囲の学習 (その2、入力)

図3に示す3番目のムービーでは、再度成人の基準範囲について質問した。ここでは基準範囲の下限值および上限値について、テンキーで数値の入力を要求した。入力した数値により、正解です、正解は○です、もう少し大きいです、もう少し小さいです、もっと大きいです、もっと小さいです、といった6種類の反応があり、正解が入力されなかった場合、正解へ導くためのアラートボックスを表示した。

5) 小児基準範囲の学習

小児の基準範囲に関し、3個のムービーを準備した。まず、小児の基準範囲が成人の基準範囲より大きいのか、小さいか、ほとんど変わらない、の3群に大別した場合、各臨床検査項目はどれに分類されるかを質問した。

次に、18歳以下の小児の加齢変化のパターンについて質問した。また、小児の基準範囲は成人の基準範囲に比べ、年齢による変化が著しいだけでなく、女兒と男児の差異が10歳頃に出現することが多くの項目で認められ、この小児基準範囲の性差についても質問した。

6) 成人40歳以降の基準範囲の学習

7番目のムービーでは、成人女性に特有な更年期の加齢変化について質問した。50歳頃女性は性ホルモンの急激な変化に伴う臨床検査値の変化に関する質問を準備した。

一方、男性では、成人の基準範囲と熟年期および高齢期の基準範囲との比較ならびに、成人における性差と加齢の関係に関する質問を準備した。

7) 加齢変化図の参照

図4に示すように、最後の10番目に準備したムービーは、モニター上に6項目の加齢変化図を同時に表示できる様に設定した。ポップアップメニューから表示したい項目、性別の選択、表示された図のクリックによるグラフ表示方法(5種類を順番に閲覧)の選択、細部の確認のための拡大表示を可能とした。

2. Directorで作成したムービーの操作方法

図5にWebページの一部を示した。上部フレームにタイトル“基準範囲学習支援システム”が表示され、左側目次の“ムービーの利用方法”をクリックすると、右側フレームの本文が、ムービーの利用方法に関する説明に変更される。インタラクティブ性を付与した各種ボタン操作によるムービー内の移動方法についての説明を提示した。

また、図6、7に示すように、双方向のインタラクティブ性を利用した質問に対する回答方法およびムービー間の移動に関する説明ページを準備した。

3. Directorで作成したShockwaveムービー

図5の目次の“ムービーの内容”をクリックすると、右側のフレームに10個のShockwaveムービーのタイトルが表示される。その一つをクリックすると、既に述べたCD-ROMから起動したのと同様のムービーがWeb上で展開し、基準範囲に関する学習を可能とした。この場合、ストリーミングは行わず、全データをダウンロード後にムービーは開始される。ただし、ムービー間の移動はまだ不完全であり、データ容量を小さくするため、BGMはオフとした。

IV. 考察

基準範囲は1995年NCCLS（米国臨床検査標準委員会）ガイドラインで明確に定義されており⁷⁾、定量的に測定された臨床検査値を判断するために必要不可欠な尺度である。本研究は日本臨床化学会四国支部を基盤とし、全国の健診センターや病院の協力を基にして推進中のプロジェクト“臨床検査値の加齢変化”で得られた成績の開示方法の一つとして、基準範囲学習用教材を作成した。スクリーニング検査に高頻度で利用される32項目（血液学検査6項目、臨床化学検査26項目）の基準範囲に関する10個のムービーを作成、編集後、本学学生および卒後教育に利用可能なマルチメディア教材として、学生教育用ディジタルアーカイブ（基準範囲学習支援システム）を作成した。

学習効率を上げるためには、参考書のページを捲ることに相当するページの移動、巻末の索引を引くことに相当する語句参照ボタンのクリックによる語句説明場面への移動が有用である。あるいは、次へのボタンのクリックで、表示していたグラフが別のグラフに置き換わるといったことも効果的である。基準範囲の数値を参照する場合、多施設の絶対値表記法による加齢変化図が有用であり、加齢変化をパターンとして視覚で認識する場合、スプライン関数で平滑化した加齢変化図（鋳型、Template）が有用である^{5, 6)}。このようなインタラクティブ性はホームページの記述に使用されるHyper Text Markup Language (HTML) でも作成可能であり、臨床検査情報⁸⁾や検査診断演習支援システム⁹⁾がいくつか報告されている。それらをさらに発展させCD-ROMとしてまとめたものもある^{10, 11)}。しかしながら、双方向の高度なインタラクティブ性を付与するためには、マルチメディアタイトルの作成に使用されるオーサリングソフト（今回用いたDirector）の利用が不可欠である。その結果、起動後一切の操作が不要で、最初から最後まで設定されたタイムスケジュールに基づき、準備したコンテンツを連続的かつエンドレスに表示可能なオートプレゼンテーションから、質問を提示し、その解答により数通りの分岐にも対応できるムービーの作成が可能となった。

高等教育機関の教員は、著者を含め教育者としてのトレーニングを受けることなく、自身が担当して初めて教授方法や教材の作成に奔走している。学生教育を効果的に実施するため、インフォメーション・テクノロジー（IT）を用いた教授法を改善し、柔軟な学習法を実現するためのシステム開発を目的としたファカルティ・デベロップメント（FD）が検討されている。学生教育用ハードウェアの設置は着実に進行している。ソフト面では、文部科学省メディア教育開発センター（NIME）が中心となり、全国に分散したプロジェクトメンバーが各自の問題関係に基づいた研究活動を取りまとめている。著者は、ディジタルコンテンツのシステム化を実施した。マルチメディア教材の自主制作の現場には多くの困難がある。その一つは数多くあ

るアプリケーションソフトウェアの選択ならびにその操作方法の習熟である。また、マルチメディアという言葉の浸透とは裏腹に、優れたマルチメディア教材が乏しいため、マルチメディアで何ができるか教官にほとんど理解されていないことにある。

今回作成した学生教育用デジタルアーカイブ（基準範囲学習支援システム）は、徳島大学医療技術短期大学部の衛生技術学科、看護学科において、2001年度の授業の一部として、授業の合間に学生が随時利用できるように整備した。また、Hydride版CD-ROMを知人に配布したところ好評であり、医師、看護師、臨床検査技師養成施設において、2002年度の学生教育用に活用することが計画されている。これらの要望に応えるため急遽Web上で利用可能なShockwaveムービーを作成した。最後に、マルチメディア教材の随所に双方向のインタラクティブ性を付与できたが、音声による応答やビデオ再生を盛り込むことはできず今後の課題としたい。

文献

- 1) Toshinobu Nishida, Tuyoshi Katou, Age-related Reference Interval Calculated Results and It's Utilization. The 1st Cherry Blossom Symposium. Symposium Program, 89, 1998.
- 2) 臼井敏明：正常値計算法：反復切断補正法における切断係数の選択．臨床病理 29：319-322, 1981.
- 3) 西田敏信：BASIC言語で作成した年齢別臨床参考値計算アプリケーション（Template T. N. Method）．生物試料分析 20（第7回生物試料分析科学会大会抄録集）：77, 1997.
- 4) 西田敏信：医療とコンピュータ；パソコンによる基準範囲の計算ならびに臨床検査システムによるその運用について．医学検査 43：1676-1680, 1994.
- 5) 西田敏信，中村観善，小谷準：スプライン関数による年齢別正常値の近似に関する検討．医学検査 42：1755-1758, 1993.
- 6) 西田敏信：臨床検査32項目の加齢変化：施設間の互換性および3次スプライン関数による簡易表示法．メディアサークル，41：103-116, 1996.
- 7) How to Define and Determine Reference Intervals in the Clinical Laboratory；Approved Guideline. NCCLS Document C28-A, 15 (4), 1-59, 1995.
- 8) 西堀眞弘，インターネットを用いた臨床検査情報．臨床検査，42 (6), 999-999, 1998.
- 9) 松田信義，他，イントラネットを活用した検査診断演習支援システムの諸課題とその対応策．臨床病理，45（補冊），193, 1998.
- 10) 巽典之編著，CD-ROM臨床検査基準値．トーマメディカル，1997.
- 11) 熊本県臨床衛生検査技師会一般検査研究班，尿沈渣アトラス（CD-ROM），2000.